

MATERIAL 4 FÍSICA

ENERGÍA I

La energía desempeña un papel muy importante en el mundo actual, por lo cual se justifica que la conozcamos mejor. En física la **energía** se define como la propiedad de un objeto o de un sistema en virtud de la cual puede realizar trabajo, se mide en Joule (J).

El **trabajo** es una magnitud escalar, a pesar de ser el producto de dos vectores como lo muestra la siguiente definición:

$$\mathbf{W} = \vec{\mathbf{F}} \cdot \vec{\mathbf{d}}$$

La expresión anterior también se puede expresar como:

$$\mathbf{W} = |\vec{\mathbf{F}}| \cdot |\vec{\mathbf{d}}| \cos \alpha$$

Donde $|\vec{\mathbf{F}}|$ y $|\vec{\mathbf{d}}|$ son los módulos de la fuerza y el desplazamiento, y α es el ángulo que forman $\vec{\mathbf{F}}$ y $\vec{\mathbf{d}}$.

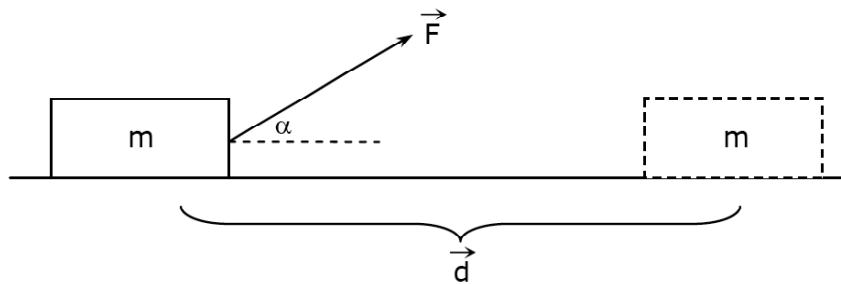


fig. 1

La unidad de medida del trabajo en el SI es el Joule. De la simple observación de esta definición, se puede apreciar que el **trabajo es cero** si se cumple alguno de los siguientes puntos:

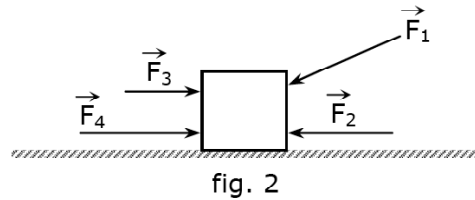
- I) La fuerza es nula
- II) El desplazamiento es nulo
- III) La fuerza y el desplazamiento son perpendiculares entre sí.

Nota: Sobre el tercer punto recuerda que $\cos 90^\circ = 0$, de ahí que el trabajo es cero.

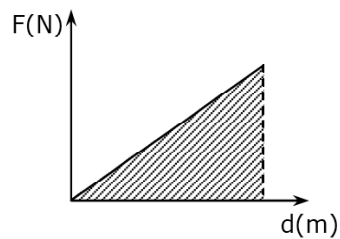
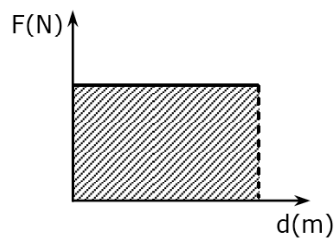
Así también, como $\cos 180^\circ = -1$, es decir, si la fuerza y el desplazamiento son opuestos ($\alpha = 180^\circ$), entonces el **trabajo es negativo**.

Finalmente se realiza un **trabajo positivo** sobre un cuerpo, cuando la fuerza tiene el mismo sentido que el desplazamiento ($0^\circ < \alpha < 90^\circ$)

Trabajo neto: En el caso que se ejerza más de una fuerza constante, al mismo tiempo sobre un cuerpo, en la ecuación $W = |\vec{F}| |\vec{d}| \cos \alpha$, $|\vec{F}|$ representa el módulo de la fuerza neta o resultante y así podemos obtener el trabajo neto. En el ejemplo mostrado en la figura 2, la fuerza neta es $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$



A continuación se muestran dos gráficos de fuerza versus desplazamiento (sus módulos). En ambos casos el área achurada representa el trabajo realizado por la fuerza.



Trabajo realizado al subir o bajar un cuerpo: al levantar o bajar un cuerpo con velocidad constante aplicando una fuerza $\vec{F}_0$ tal como lo muestra la figura 3, se puede observar que sobre el cuerpo, además actúa la fuerza peso ($\vec{P}$).

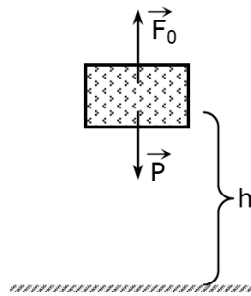


fig. 3

Al subir el cuerpo, el trabajo hecho por $\vec{F}_0$ es positivo y es igual a mgh , el que realiza $\vec{P}$ es negativo y es igual a $-mgh$. Cuando el cuerpo baja, $\vec{F}_0$ hace un trabajo $-mgh$ y $\vec{P}$ realiza un trabajo mgh .

Nota: Cuando se pregunta por el trabajo necesario para levantar o bajar un cuerpo, es el trabajo mínimo, es decir, para que el objeto se mueva con velocidad constante.

Potencia Mecánica

Para ilustrar el significado de potencia pondremos como ejemplo, un objeto que es arrastrado por una fuerza $\vec{F}_0$ (ver figura 4) horizontalmente, a lo largo de 12 metros por un camino rugoso y con una velocidad constante de 10 m/s. Si se repite el experimento bajo las mismas condiciones, pero el objeto ahora viaja a 20 m/s, entonces se puede afirmar que, en ambos casos el trabajo hecho por la fuerza $\vec{F}_0$ es el mismo, pero la potencia desarrollada en el segundo fue mayor, ya que el tiempo empleado fue menor.

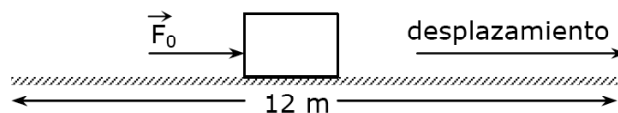


fig. 4

La potencia es una magnitud escalar que mide la **rapidez** con que se realiza un trabajo. Corresponde a la razón entre el trabajo realizado y el tiempo que toma en realizarlo. La unidad de potencia en el SI es el **Watt**.

$$P = \frac{W}{t} \quad [\text{Watt}]$$

$$1 \text{ Watt} = 1 \frac{\text{Joule}}{\text{segundo}}$$

La potencia también se expresa en Kilowatt (KW) o caballo de fuerza (HP)

$$1 \text{ KW} = 1000 \text{ W}$$

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$$

ENERGÍA CINÉTICA (E_c)

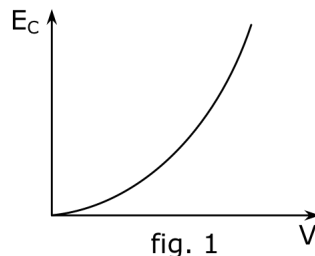
Un cuerpo, por el sólo hecho de estar en movimiento, tiene energía cinética (E_c).
La energía cinética de un cuerpo que se está desplazando es la siguiente:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

De esta definición se concluye que la energía es

- I) siempre positiva, o nula.
- II) directamente proporcional al cuadrado de la velocidad.

De acuerdo al punto II), la representación gráfica de la energía cinética en función de la velocidad corresponde a una parábola



Teorema del Trabajo y la Energía: el trabajo neto (realizado por la fuerza neta) hecho sobre un objeto, es igual al cambio en su energía cinética, y esto se representa mediante la siguiente ecuación

$$W_{\text{NETO}} = E_c (\text{final}) - E_c (\text{inicial})$$

Esta relación también se expresa como:

$$W_{\text{NETO}} = \Delta E_c$$

Nota: La expresión anterior es **siempre** válida, o sea, es aplicable en cualquier sistema.

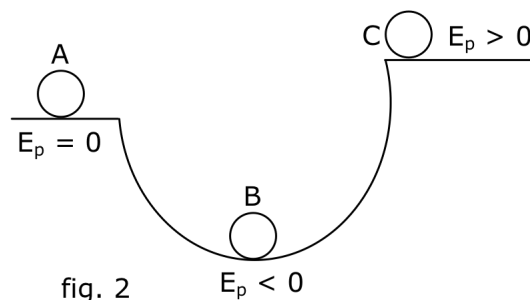
ENERGÍA POTENCIAL (E_p)

Existen varios tipos de energías potenciales que se relacionan con la fuerza aplicada. Nuestro estudio lo dedicaremos a la **energía potencial gravitacional** (E_p), la que tiene relación con la posición, en un campo gravitacional, que tiene un cuerpo respecto a un punto de referencia. La energía potencial gravitatoria es la siguiente

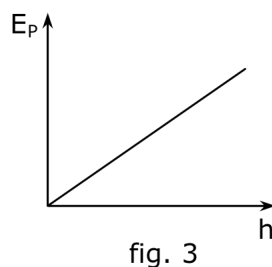
$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Donde **m** es la masa del cuerpo, **g** es el módulo de la aceleración de gravedad y **h** es la altura con respecto a un punto de referencia (que generalmente es el suelo).

Dependiendo de la posición donde esté ubicado, la energía potencial puede ser positiva, negativa o nula. Si en la figura 2, se toma como nivel de referencia el punto A, entonces se cumple que la energía potencial en los puntos A, B y C es:

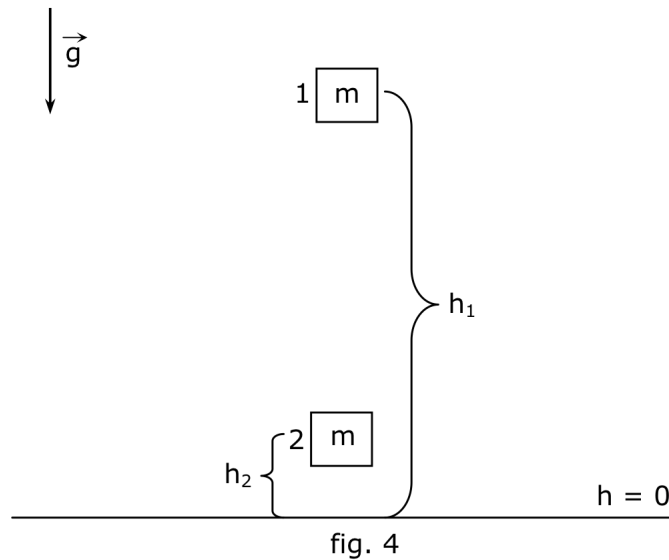


De la definición se puede afirmar que la energía potencial gravitacional es directamente proporcional con la altura **h**, luego gráficamente, la energía potencial en función de la altura corresponde a una recta que pasa por el origen.



Relación entre la energía potencial y el trabajo hecho por la fuerza peso

La figura 4 nos permite analizar el trabajo realizado por la fuerza peso para trasladar el cuerpo desde la posición 1 hasta la posición 2.



Nuevamente podemos expresar el trabajo como variación de energía

$$W_{\text{PESO}} = mg(h_1 - h_2)$$

Para expresarlo como un ΔE debemos anteponer el signo menos y así nos queda

$$W_{\text{PESO}} = -(E_p(\text{final}) - E_p(\text{inicial}))$$

$$W_{\text{PESO}} = -\Delta E_p$$

Nota: esta expresión representa el trabajo hecho por la fuerza peso para bajar o subir un cuerpo, y sólo es válida cuando no existe roce en el desplazamiento.

ENERGÍA MECÁNICA (E_M)

Se denomina energía mecánica a la suma de las energías cinética y potencial que posee un cuerpo.

$$E_M = E_C + E_P$$

Clasificación de las fuerzas:

I) Conservativa: fuerzas que no afectan la energía mecánica de un cuerpo, en estos casos el trabajo realizado depende del punto inicial y final del movimiento, y no de su trayectoria. Un ejemplo de una fuerza conservativa es el peso.

Cuando en un sistema actúan únicamente fuerzas conservativas, la energía mecánica permanece constante en cualquier punto de su trayectoria (**Ley de conservación de la energía mecánica**).

$$E_M(\text{inicial}) = E_M(\text{final})$$

En un sistema, en el cual la energía mecánica se conserva, el comportamiento de la energía potencial (E_P) versus la energía cinética (E_C) es el siguiente

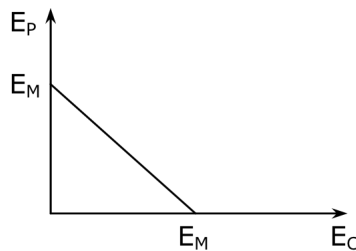


fig. 5

II) Disipativa: fuerza que hace disminuir la energía mecánica de un cuerpo durante su movimiento (la transforma), como por ejemplo la fuerza de roce.

En este tipo de sistema se cumple la siguiente relación

$$E_M(\text{inicial}) = E_M(\text{final}) + |W_{fr}|$$

Donde $|W_{fr}|$ es el valor absoluto del trabajo realizado por la fuerza disipativa.

Un ejemplo típico de conservación de la energía mecánica es dejar caer un cuerpo de masa m en el vacío, tal como se aprecia en la figura 6.

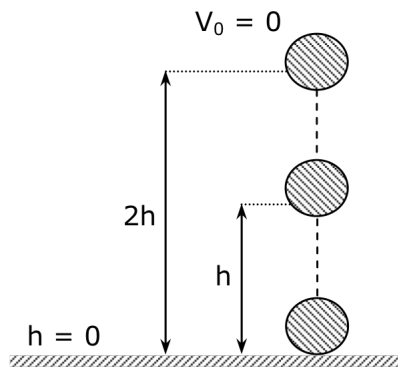


fig. 6

Al inicio a una altura de $2h$, el cuerpo tiene una energía potencial $2mgh$, y su energía cinética vale cero luego su energía mecánica es $2mgh$.

A la altura h , su energía mecánica sigue siendo $2mgh$, y su energía potencial es mgh esto implica necesariamente que su energía cinética vale mgh .

Justo al llegar al suelo la energía mecánica no ha cambiado pero la energía potencial es nula, esto implica que la energía cinética tiene un valor de $2mgh$.

Claramente en la medida que la energía potencial disminuye, la energía cinética aumenta y su incremento es igual al valor en que disminuyó la potencial, esto tiene que ser así ya que la energía mecánica (que es la suma de ambas) permanece constante.

EJERCICIOS PROPUESTOS

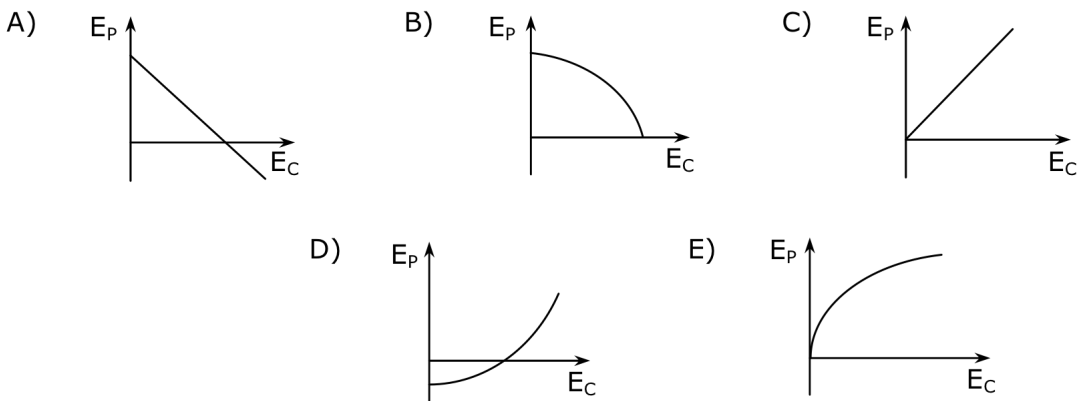
Se lanza un cuerpo de masa m verticalmente hacia arriba con una energía cinética inicial E_0 . Cuando el cuerpo pasa por un punto situado a una altura h y despreciando el roce con el aire, su energía cinética será igual a

- A) E_0
- B) $E_0 + mgh$
- C) $E_0 - mgh$
- D) mgh
- E) $mgh - E_0$

Una masa m se levanta a una altura h sobre el nivel del piso y luego se deja caer libremente. Si g es el módulo de la aceleración de gravedad, entonces el valor de su energía cinética después de recorrer $3/4$ de h , es igual a

- A) mgh
- B) $\frac{mgh}{3}$
- C) $\frac{mgh}{4}$
- D) $\frac{3mgh}{4}$
- E) $\frac{4mgh}{3}$

Se deja caer un carrito por un plano inclinado partiendo desde el reposo. Si despreciamos la fuerza de roce, el gráfico que mejor representa la Energía Potencial (E_p) del carrito en función de su Energía Cinética (E_c) es



El siguiente sistema se mueve con energía cinética constante. De acuerdo con la información señalada en la figura 9, el coeficiente de roce cinético entre el bloque de 5 kg y el plano es

- A) 0,5
- B) 0,4
- C) 0,3
- D) 0,2
- E) 0,1

